

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 58-009034

(43)Date of publication of application : 19.01.1983

(51)Int.Cl.

G01L 3/10

(21)Application number : 56-108542

(71)Applicant : HARADA KOSUKE

SASADA ICHIRO

(22)Date of filing : 09.07.1981

(72)Inventor : HARADA KOSUKE

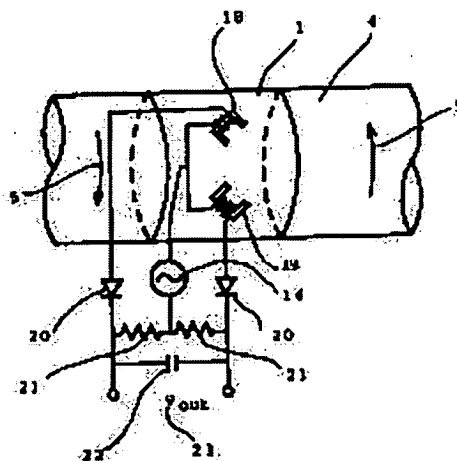
SASADA ICHIRO

(54) TORQUE SENSOR BY THIN AMORPHOUS MAGNETIC STRIP

(57)Abstract:

PURPOSE: To make the non-contact detection of torque possible by fixing a thin amorphous magnetic strip having a large magnetostriction constant by winding and fixing it to a revolving shaft.

CONSTITUTION: Two magnetic heads 18, 19 are disposed in symmetrical positions with inclination at an equal angle with respect to the axial direction of a revolving shaft 4 spacially slightly from a thin amorphous magnetic strip 1. An easy- to-magnetize axis is applied to the strip 1 in the axial or rotating direction by a heat treatment. When the two heads 18, 19 are excited by a high frequency power source 14 via a diode 20, the inductance of either of the magnetic heads is increased by a magnetostrictive effect and that of the other is decreased on exertion of torque thereupon, thus producing a difference between the excitation currents. If the difference in the excitation currents is drawn out as a DC differential output V_{out} 23, the direction and magnitude of the torque are detected from the code and magnitude thereof.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑬ 日本国特許庁 (JP)
⑭ 公開特許公報 (A)

⑮ 特許出願公開
昭58—9034

⑯ Int. Cl.³
G 01 L 3/10

識別記号

庁内整理番号
7409—2F

⑰ 公開 昭和58年(1983)1月19日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 7 頁)

⑱ アモルファス磁性薄帯によるトルクセンサ

福岡市東区筥松4丁目4番筥松
団地6—203

⑲ 特 願 昭56—108542

⑲ 出 願 人 原田耕介

⑳ 出 願 昭56(1981)7月9日

福岡市中央区桜坂2丁目4番6
号

㉑ 発 明 者 原田耕介

㉑ 出 願 人 笹田一郎

福岡市中央区桜坂2丁目4番6
号

福岡市東区筥松4丁目4番筥松
団地6—203

㉒ 発 明 者 笹田一郎

明 細 書

1. 発明の名称

アモルファス^{シメイナグダイ}磁性薄帯によるトルクセンサ

2. 特許請求の範囲

大きな磁気ひずみ定数を有するアモルファス磁性薄帯を回転軸に巻いて固定し、上記回転軸に加えられたトルクによりアモルファス磁性薄帯の磁気特性が変化することを利用してトルクの非接触検出を可能としたアモルファス磁性薄帯によるトルクセンサ。

3. 発明の詳細な説明

電動機、自動車等の回転駆動部において、トルクは制御を行なう場合の最も基本的変量であり、又システムの老朽化の程度を示すパラメータとして、故障診断に利用することもできる。トルクの検出には、非接触方式であることが必要で、正転、逆転及び静止時のトルクが検出でき、精度が良く、信頼性が高いことが要求される。

これまで尤も磁気を利用して軸のねじり角からトルクを検出する間接方式や回転軸の磁気ひずみ、

現象を利用して直接トルクを検出する直接方式が試みられているが、いずれの方式も定着するに就いていない。その原因として間接方式の場合は、トルクをねじり変位に変換するために専用のトーションバーが必要であること、又尤もの使用は耐環境性の点から問題であることなどがあげられる。これに対し軸の磁気ひずみ現象を利用した直接方式は簡単に信頼性の点で優れているが、元來回転軸は機械的強度のみに注意が注がれており、磁気的性質は軸の回転方向に対し一様でなく検出出力に回転むらが生じ、又出力に回転数依存性のあることが大きい欠点とされていた。

本発明はこの様な欠点を除くため、アモルファス磁性体の優れた機械的特性、材質の均一性、著しい磁気ひずみ特性を利用し直接方式のトルクセンサを提供することを目的としている。すなわち、適当に熱処理を施した著しい磁気ひずみ特性を有するアモルファス磁性薄帯を回転軸に巻いて固定し、トルクによる軸のひずみ応力がアモルファス磁性薄帯に導入されるようにして、磁気ひずみ

特開昭58-9034(2)

現象によるアモルファス磁性薄帯の磁気特性の変化を外部から非接触に検出することによりトルクを検出する直接方式である。

第1図は本発明の原理図である。第1図(a)はリング状に巻かれたアモルファス磁性薄帯(1)に熱処理によってその長さ方向(2)に対し角 α の傾きを持って一様に磁化容易軸 $K_u(3)$ を付与したものである。説明を簡単にするために $\alpha > 45^\circ$ とし、磁気ひずみ定数 $k_h > 0$ と仮定する。第1図(b)はこのアモルファス磁性薄帯(1)を回転軸(4)に巻いて固定したもので、回転軸(4)に第1図(b)の様にトルク(5)が加わるとアモルファス磁性薄帯(1)には第1図(b)の様に $\pm 45^\circ$ の方向にひずみ応力 $\sigma(6)$ が生じ、 σ の正の方向にも磁気ひずみ効果により一軸磁気異方性が誘導され、結果として合成された磁化容易軸は $K_u(3)$ から $K_u'(7)$ に変化する。第1図(c)は逆方向のトルク(8)が加わった場合で、この場合合成された磁化容易軸 $K_u'(9)$ は第1図(b)の $K_u'(7)$ とは逆の関係になる。一般に磁性体の透磁率は、励磁方向に対する磁化容易軸の方向によって変化するから、第1

図の様にトルクによって磁化容易軸が変化するようになれば、アモルファス磁性薄帯の透磁率の変化からトルクの検出が可能となる。

第2図は、コイルの巻き方を表示するための簡略表示法の説明図である。第2図(a)の様にアモルファス磁性薄帯(1)の周囲に巻かれた巻線(10)を第2図(b)の巻線(11)の略記法によって表示する。

第3図は透磁率の変化をインダクタンスの変化として検出する方法である。第3図(a)はアモルファス磁性薄帯(1)の周囲に施こされた検出巻線(12)を用いて、インピーダンス測定器(13)によってインダクタンスを測定する方法である。第3図(b)は高周波電源(14)を用いてインダクタンスの変化を励磁巻線(15)と検出巻線(12)間の相互誘導による誘起電圧の変化として交流電圧計(16)にて検出する方法である。第3図(c)はアモルファス磁性薄帯(1)からわずかに離して配置した磁気ヘッド(17)を用いてインダクタンスの変化をインピーダンス測定器(13)で検出する方法である。上記3つの方法においては、励磁周波数は回転軸(4)が磁化されな

いように高くすることが必要である。回転軸(4)の回転数に比べ励磁周波数を充分高くすることによって第3図(c)の方法の回転数依存性は除去できる。第3図の3つの方法のいずれかによれば、トルクの大きさの検出とともに、トルクの正転、逆転の区別もトルクが加わっていない時の検出値を基準に選り、トルク印加時の検出値と規準値の大小関係から決定することができる。又磁気ひずみ現象は軸の回転とは無関係であるため静止時、回転時にかゝりなくトルク検出が可能である。

実際のトルクの検出に際し、高い安定性、良好な精度を得るために、出力を得る方法としては差動的構成にするのが望ましい。以下実施例を用いて説明する。

第1実施例

第4図は第3図(c)の原理を拡張し差動出力が得られるようにしたトルクセンサの基本構成である。2つの磁気ヘッド(18)、(19)を回転軸(4)の軸方向に対し等角度傾けて対称の位置に、アモルファス磁性薄帯(1)からわずかに離して配置し又アモル

ファス磁性薄帯(1)には磁化容易軸 K_u を軸方向もしくは、回転方向に熱処理によって付与する。この2つの磁気ヘッド(18)、(19)を高周波電源(14)でダイオード(20)を介して励磁すると、トルク(5)の印加されていない時は、2つの磁気ヘッドのインダクタンスは対称性から等しくなり励磁電流も等しくなるが、トルクが加わると磁気ひずみ効果によっていずれかの磁気ヘッドのインダクタンスが増加し、他方は減少するため励磁電流間に差が生じる。この励磁電流の差を出力抵抗(21)と平滑用コンデンサ(22)とで直流差動出力 $V_{out}(23)$ として取り出せば、その符号と大きさからトルクの方角と大きさが検出可能となる。

第2実施例

第5図は磁気回路ブリッジによるトルクセンサの基本構成である。励磁用磁気ヘッド(24)と検出用磁気ヘッド(25)はアモルファス磁性薄帯(1)からわずかに離して、互いに直角になるように設置する。励磁用磁気ヘッド(24)は高周波電源(14)と励磁巻線(26)とによってアモルファス磁性薄帯(1)を

特開昭59-9034(3)

高周波で励磁する。励磁方向は回転軸(4)の軸方向に対し、平行又は垂直とし、磁化容易軸も軸方向に対し平行又は垂直になる様に付与する。トルクが印加されていない時は、対称性からA1B1間の磁気抵抗とA1B2間の磁気抵抗は等しくなり、又A2B1間の磁気抵抗とA2B2間の磁気抵抗も同様に等しくなるから、磁気回路ブリッジはバランスが保たれ励磁用磁気ヘッド(24)による磁束は、検出用磁気ヘッド(25)の中を通らず出力は表われない。これに対し、第5図の様にトルク(5)が印加されると、磁気ひずみ効果によりA1B1間及びA2B2間の磁気抵抗の大きさと、A1B2間及びA2B1間の磁気抵抗の大きさは互いに逆に変化するため磁気回路のブリッジバランスが破れて、検出用磁気ヘッドの中を磁束が通り検出巻線(27)に誘起電圧が生じる。この電圧を同期整流器(28)によって直流として取り出せば、その符号と大きさからトルクの向きと大きさが検出可能となる。

回転軸の強磁性体としての性質を利用する従来の方式に比べ、アモルファス磁性薄帯を用いるた

め、回転方向の磁気特性の不均一性がなく、又微小な励磁電流で高周波励磁する点が異なっており、本方式の優れている所である。

第3実施例

第6図は、第3図(b)の原理を応用し、同一組成のアモルファス磁性薄帯(1)を2個使用して出力を差動的に取り出す様にしたトルクセンサの基本構成である。検出巻線(12)は誘起電圧を互いに打消す方向に接続する。巻線に付けられた小さな黒丸(29)は巻線の極性を示すものとする。アモルファス磁性薄帯(1)の磁化容易軸Ku(3)はアモルファス磁性薄帯の長さ方向に対し第1図の傾斜角 α が各々 $\pm\alpha$ 度の角になるよう熱処理によって付与する。トルクが印加されていない時は2つのアモルファス磁性薄帯(1)の透磁率は等しく、従って2つの検出巻線(12)の誘起電圧は互いに等しく逆極性であるから打消し合うため出力は表われない。トルク(5)が印加された場合は、アモルファス磁性薄帯(1)の磁気ひずみ定数 λ_s が正の場合を例にとると、第1図からわかるように磁化容易軸が各々第6図

Ku(7)及びKu(9)の方向に変化するため、左側のアモルファス磁性薄帯の透磁率よりも右側の方の透磁率が大きくなり結果として右側の検出巻線の誘起電圧が大きくなる。この誘起電圧の差を同期整流器(28)により直流電圧として出力するものである。トルク(5)の方向が逆の場合も、まったく同じ原理から今度は左側の誘起電圧の方が大きくなり同期整流器(28)の直流出力電圧の符号が反転する。従ってトルク(5)の方向と大きさが検出可能となる。磁気ひずみ定数 $\lambda_s < 0$ の場合も上記と同じ原理によって、トルクセンサが構成される。

第4実施例

第7図は、第3図(a)の原理を応用して、同一組成のアモルファス磁性薄帯(1)を2個用いて、トルク検出出力が差動的に出力されるようにしたトルクセンサの基本構成で、回路方式は第4図の第1実施例の場合と同じである。アモルファス磁性薄帯(1)の磁化容易軸Ku(3)は第6図第3実施例の場合と同様に付与する。この場合第7図の様にトルク(5)を印加した時のアモルファス磁性薄帯(1)の透

磁率の変化は第6図第3実施例の場合と同様である。このトルク(5)による透磁率変化を励磁電流の変化によって第4図第1実施例と同様の方式で検出することによりトルクの検出が可能となる。

第5実施例

第8図は、第4図第1実施例において、アモルファス磁性薄帯(1)を1個使用し、2個の検出用磁気ヘッド(18)、(19)を回転軸(4)の面にそって斜めに配置した代りに、第3実施例及び第4実施例と同様アモルファス磁性薄帯(1)を2個用いて、検出用磁気ヘッド(30)の取り付けを容易にしたトルクセンサである。磁化容易軸Ku(3)は第6図第3実施例及び第7図第4実施例の場合と同様に付与する。回路方式は第4図第1実施例の場合と同じである。従ってトルク(5)による透磁率変化を励磁電流の変化によって検出することでトルクの検出が可能となる。

第6実施例

第9図は、第6図第3実施例において、2個のアモルファス磁性薄帯(1)が同極の磁気ひずみ特性、

特開昭58-9034(4)

すなわち、2つのアモルファス磁性薄帯の磁気ひずみ λ が共に正もしくは共に負であったのに対し、異種の磁気ひずみ特性を持つ2個のアモルファス磁性薄帯(1)、(31)を用い、第6図第3実施例と同じ回路方式によるトルクセンサの基本構成である。磁化容易軸Ku(3)の方向は、第9図に示している様に同方向に付与する。トルク(5)によるひずみ応力が引き起こすところの磁気ひずみ効果によって誘導される一軸磁気異方性の方向が互いに逆になるためにトルク(5)に比例した差動出力が表われる。この方式によると2種のアモルファス磁性薄帯(1)、(31)の熱処理が同時にできる場合は、磁化容易軸Ku(3)の方向を正確に合せられる利点を持っている。異種の磁気ひずみ特性を持つアモルファス磁性薄帯を組み合わせて用いる方法は、第4、第5の各実施例においても同様に適用可能である。

以上のようにして、本発明により、トルクを一旦ねじり変位に変換するための専用のトーションバーを必要とせず、静止トルクを始めとして、正転、逆転のトルクを安定かつ精度良く非接触で検

出することのできる簡潔で工業上適切なトルクセンサが得られる。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の原理的説明図、第2図は巻線の略記法に関する説明図、第3図は透磁率の検出法に関する説明図、第4図は本発明の第1実施例におけるトルクセンサの原理図、第5図は本発明の第2実施例におけるトルクセンサの原理図、第6図は本発明の第3実施例におけるトルクセンサの原理図、第7図は本発明の第4実施例におけるトルクセンサの原理図、第8図は本発明の第5実施例におけるトルクセンサの原理図、第9図は本発明の第6実施例におけるトルクセンサの原理図を表わす。

- (1) アモルファス磁性薄帯
- (2) アモルファス磁性薄帯の長さ方向
- (3) 熱処理によって付与された磁化容易軸
- (4) 回転軸
- (5) トルクの方向

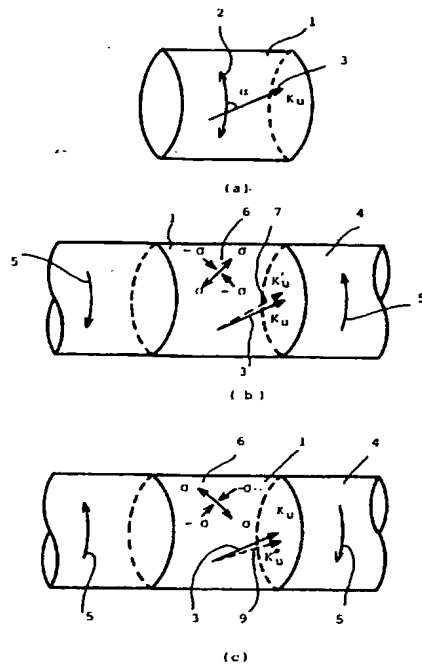
- (6) トルクによるひずみ応力の分布
- (7) トルク印加によって変化した磁化容易軸
- (8) トルクの方向
- (9) トルク印加によって変化した磁化容易軸
- (10) 巻線
- (11) 略記法によって書かれた巻線
- (12) 検出巻線
- (13) インピーダンス測定器
- (14) 高周波電源
- (15) 励磁巻線
- (16) 交流電圧計
- (17) 磁気ヘッド
- (18) 磁気ヘッド
- (19) 磁気ヘッド
- (20) ダイオード
- (21) 抵抗
- (22) コンデンサ
- (23) 出力電圧
- (24) 励磁用磁気ヘッド
- (25) 検出用磁気ヘッド

- (26) 励磁用巻線
- (27) 検出巻線
- (28) 同期整流器
- (29) 巻線の極性を示す記号
- (30) 磁気ヘッド
- (31) 負の磁気ひずみ定数を有するアモルファス磁性薄帯

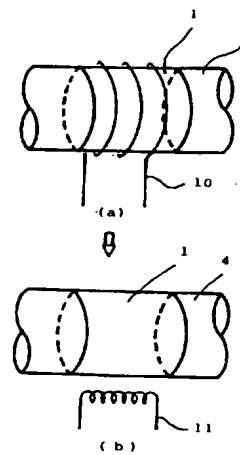
特許出願人、 原 田 耕 介 他 1 名

図面の浄書(内容に変更なし)

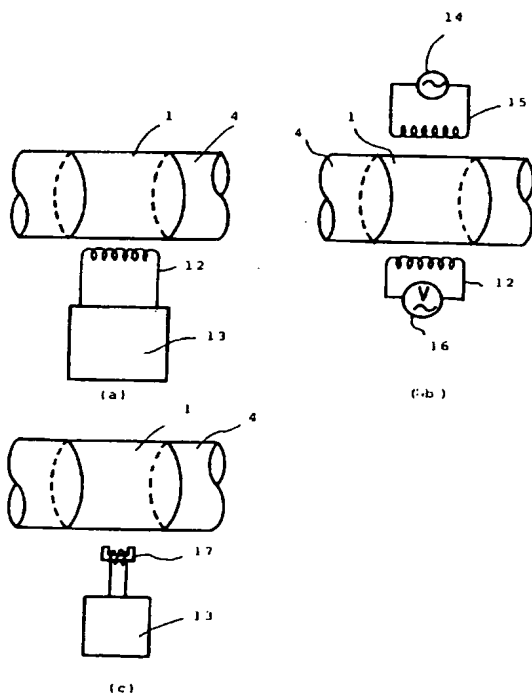
特開昭53-9034(5)



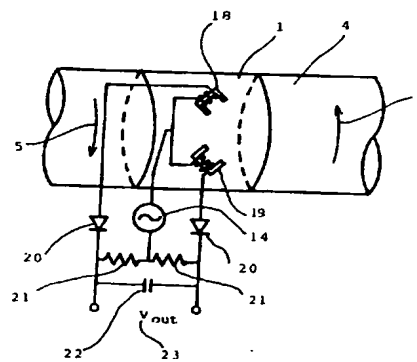
第 1 図



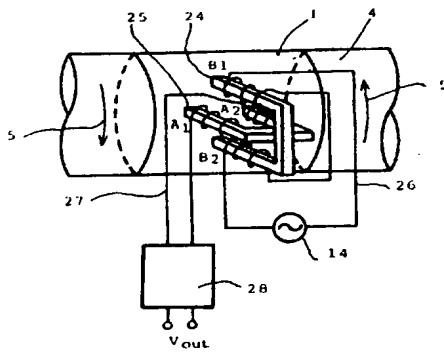
第 2 図



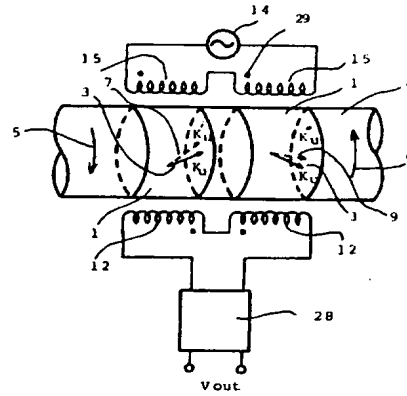
第 3 図



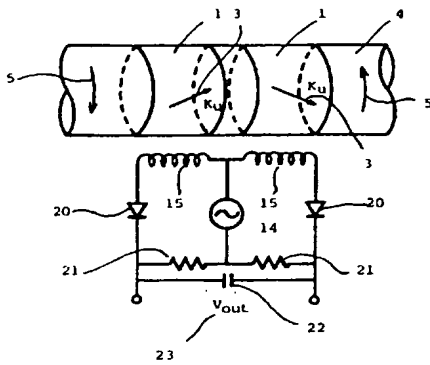
第 4 図



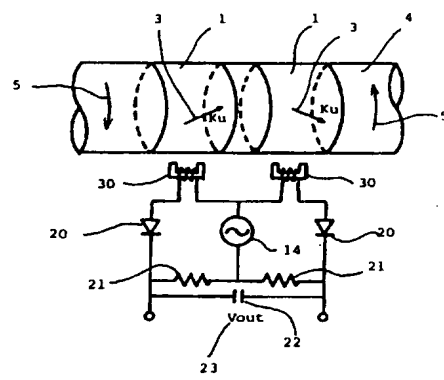
第 5 図



第 6 図



第 7 図



第 8 図

特開昭58-9034(7)

手続補正書(方式)

昭和56年12月23日

特許庁長官 殿

1. 事件の表示 昭和56年特許願第108542号

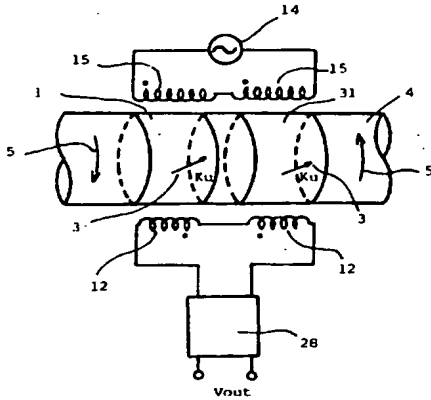
2. 発明の名称
ジセイハクタイ
アモルファス磁性薄膜によるトルクセンサ

3. 補正をする者
事件との関係 特許出願人
住 所 福岡県福岡市中央区桜坂2丁目4番6号
フリガナ ハラ ダ コウ スケ
氏 名 原 田 耕 介(他1名)

4. 補正命令の日付 昭和56年11月 5日

5. 補正の対象 図面

6. 補正の内容
図面の浄書(内容に変更なし)



第 9 図

